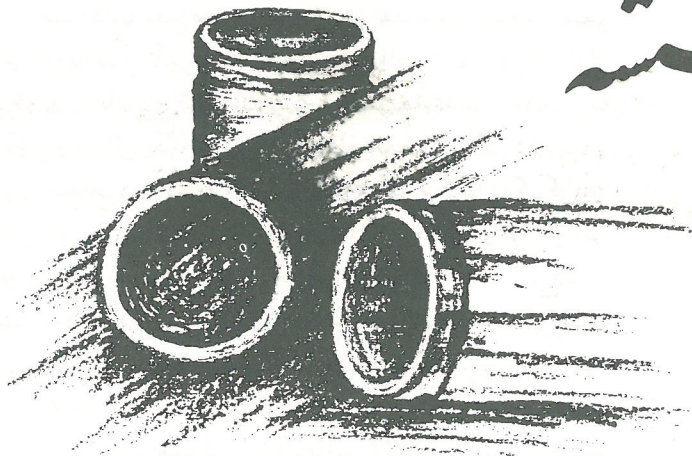


لوله های سفال شیشه

حسن عثمانی



مقدمه:

با تعمیم بهداشت و گسترش تمدن، حجم آبهای آلوده روز بروز بیشتر می شود و نیاز به جمع آوری و تصفیه فاضلاب بیشتر احساس می شود.

بر این مبنا تصفیه فاضلاب به منزله کنترل بهداشت جامعه بوده و این خود موجب کاهش انواع بیماریها می گردد. مضافاً به این که استفاده مجدد از آبهای آلوده خصوصاً در کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارند (مثل ایران) از اهمیت زیادی برخوردار است.

یکی از بخشهای مهم تأسیسات فاضلاب در هر کشوری، شبکه های جمع آوری و دفع فاضلاب می باشد، که از منازل، کارخانجات و... شروع و به تصفیه خانه ها ختم می گردد.

در ابتدا شبکه های فاضلاب به صورت کانال آجری یا سنگی ساخته می شد ولی به دلیل عدم سرعت کافی و بهداشتی نبودن روش مذکور، به مرور مکانیسم لوله گذاری جایگزین آن گردید.

در بدو امر لوله های مصرفی بتنی بوده که دسترسی به مواد اولیه و سادگی سطح تکنولوژیکی دلایل عمده این انتخاب بوده است. در سطح جهانی در دهه های اخیر با پیشرفت علوم، از لوله های چدنی یا فولادی، ایرانی، پلیکا و فایبرگلاس هم استفاده شده است، لوله های مذکور به دلیل مسائل اقتصادی و یا مشکلات فنی مشابه لوله های بتنی توجیه کاربری عمومی آن را با مشکل مواجه ساخته است، خصوصاً در کشور ما که جنبه های اقتصادی آن حادثر است.

با توجه به برنامه های آتی وزارت نیرو حجم لوله های مصرفی

بسیار زیاد است. بر اساس اطلاعات موجود و با احتساب ۳۰۰۰۰۰۰۰ جمعیت شهری و فرض عدم افزایش جمعیت، جهت احداث تأسیسات فاضلابی به حدود ۶۰۰۰۰ کیلومتر لوله های فاضلابی نیازمندیم که از این مقدار تنها حدود ۴۰۰۰ کیلومتر آن موجود است.

به همین دلیل انتخاب نوع لوله های مناسب در مقطع فعلی از اهمیت زیادی برخوردار است که در این ارتباط مختصر مقایسه ای بین انواع لوله ها و سپس به مشخصات کاربردی - تولیدی لوله های سفال شیشه می پردازیم.

الف - انتخاب نوع لوله مناسب شبکه ها:

در زمینه مسائل فاضلاب به دلیل این که این صنعت در کشور ما تقریباً نوپا است، کارهای تحقیقاتی کمتری انجام گرفته است، خصوصاً در زمینه نوع لوله های مصرفی شبکه های فاضلاب که مشکلات آن در کوتاه مدت مطرح نبوده، هر چند که در دراز مدت مشکلات اقتصادی - اجتماعی عمده ای را به همراه خواهد داشت.

به عنوان نمونه شهر اصفهان که حداکثر عمر شبکه های فاضلاب آن به کمتر از ۲۶ سال می رسد، در برخی مناطق که جهت تعمیرات لوله حفاری می گردد، گاهاً به جای برخورد با لوله های

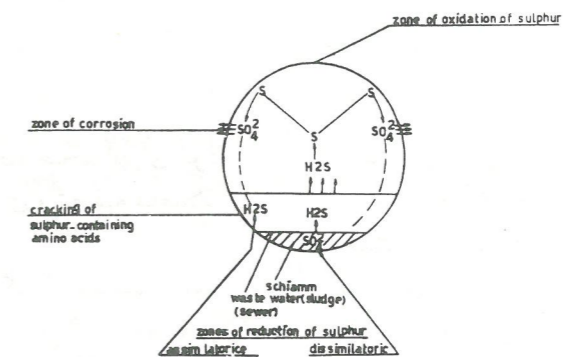
۱- کارشناس شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان

نصب شده با کانهالهای خاکی بدون لوله مواجه می شوند که نشانگر خوردگی کامل لوله است.

فاضلابها با عبور از کانال خاکی علاوه بر آلودگی محیط و منابع آبی زیرزمینی با نشت آب به تأسیسات و ساختمانهای شهری، مشکلات مضاعفی را پدیدار خواهد نمود. کاهش عمر لوله عمدتاً به دلیل تأثیر گازهای خوردنده فاضلاب بر دیواره لوله است که نهایتاً نابودی کامل آن را در پی خواهد داشت.

یکی از مسائل حاد در شبکه های فاضلاب تولید گازهای H_2S ناشی از عملکرد باکتریهای غیرهوازی بر ترکیبات گوگردی فاضلاب می باشد. فاضلاب کارخانجات تأثیر مضاعفی بر این امر خواهد داشت. به همین دلیل مهمترین فاکتور در انتخاب نوع لوله مناسب شبکه ها به تأثیر گازهای خوردنده بر روی لوله بستگی دارد و عمدتاً لوله ای مناسب است که با حفظ توجیحات اقتصادی بیشترین مقاومت را در محیط خوردنده داشته باشد.

شکل شماره ۱ وضعیت لوله را در برابر تأثیر گازهای خوردنده نشان می دهد.



شکل شماره ۱: تأثیر گازهای خوردنده بر لوله

امروزه لوله های مصرفی در شبکه ها عمدتاً از چدن داکتیل یا فولادی، فایبرگلاس، انواع لوله های پلاستیکی، بتنی، ایرانیت و سفال شیشه می باشد.

فاکتورهای مورد نظر که در انتخاب مناسبترین نوع لوله مطرح هستند به ترتیب اولویت عبارتند از:

۱- قیمت تمام شده:
با توجه به اصلی بودن لوله در تأسیسات فاضلاب، لزوماً یکی از بیشترین ارقام هزینه ای را هم به خود اختصاص خواهد داد. به همین دلیل است که کلیه فاکتورهای بعدی با این اصل سنجیده و بهینه سازی می شود.

۲- طول عمر لوله ها:
این عامل به دلیل ارتباط مستقیمی که با دوام شبکه ها دارد، نقش مهمی در تعیین نوع لوله مصرفی دارد. فاکتور فوق با اثرات درازمدت اقتصادی، رابطه مستقیمی با فاکتور قبلی دارد.

خوردگیهای لوله از دو جنبه فیزیکی و شیمیایی مطرح است که نقش عامل دومی خیلی حساستر است.

- خوردگی فیزیکی: وجود مواد سخت از جمله تکه های فلزی، خرده سنگ و ... خصوصاً در مسیرهایی که درجه زبری زیادتری دارند موجب سایش و خوردگی فیزیکی خواهد شد.
- خوردگی شیمیایی: همانگونه که قبلاً ذکر گردید از تأثیرات گازهای خوردنده بر دیواره لوله ها، عمر لوله به شدت کاهش خواهد یافت.

جهت تبیین دقیقتر، فرض کنیم در اصفهان که در حال حاضر حدود ۲۰۰۰ کیلومتر شبکه موجود است، اگر قرار باشد که لوله ها تعویض گردند لزوماً سرمایه گذاری مجددی با ارقام تقریبی ۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال ضرورت خواهد داشت. معضلات خاص تعویض لوله ها هم مزید بر علت خواهد بود، زیرا جهت تعمیرات شبکه نیاز به قطع جریان فاضلاب خواهد بود که در این مورد امکان قطع انشعاب فاضلاب مراکز تحت سرویس غیرممکن است، برخلاف شبکه های آب که هنگام تعمیر به راحتی می توان

با توجه به ویژگیهای عمومی شبکه های فاضلاب که از نیروی ثقل به منظور انتقال فاضلاب استفاده می شود، لزوماً با فشارهای داخلی (کششی) مواجه نخواهیم بود، ولی به دلیل نصب شبکه ها در اعماق حتی ۱۵-۱۰ متری و همچنین نصب لوله ها در مناطقی که توام با اضافه بار است (مثل خیابانها، ساختمانهای بزرگ و ...) لزوماً لوله ها بایستی در حد قابل قبولی باربری لازم را داشته باشند.

۵- طول لوله

لوله های با طول بیشتر در سرعت انجام کار نقش با اهمیتی داشته و به همین دلیل انتخاب لوله هایی با طول بیشتر به عنوان یک امتیاز مطرح است.

۶- وزن لوله

سبکی و سنگینی لوله نقش با اهمیتی در سرعت انجام کار و لزوماً قیمت تمام شده عملیات نصب و اجرا دارد، به همین دلیل هر چه لوله های مصرفی سبکتر باشد سهولت کار با آن بیشتر و اقتصادتر خواهد بود. جهت تفهیم دقیق تر تأثیرات فاکتورهای مورد نظر در انتخاب نوع لوله، جدول شماره ۱ بر اساس استانداردهای ژاپن، آلمان، انگلیس و اطلاعات موجود داخلی تنظیم گردیده است.

مشخصات لوله های معمول در شبکه فاضلاب

لازم به توضیح است که مبنای محاسبات جدول شماره ۱ بر اساس یک متر لوله ۲۵۰ میلیمتری است و ماشین آلات با نرخ رسمی و مواد اولیه با نرخ رقابتی در نظر گرفته شده است.

بر اساس آخرین نتایج و مطالعات انجام گرفته توسط نویسنده، برای شرایط خاص ایران مناسبترین لوله فاضلابی در قطرهای کمتر از ۴۰۰ میلیمتر، لوله های سفال - شیشه و در قطرهای بالاتر از ۴۰۰ میلیمتر لوله های بتن خواهد بود.

نظر به این که حدود ۹۰٪ لوله های شبکه فاضلاب از لوله های با قطر کمتر از ۴۰۰ میلیمتر طراحی می گردد، از این رو لوله های سفال شیشه به عنوان اصلی ترین لوله های کاربردی شبکه ها مطرح هستند. در این ارتباط به طور مختصر، ویژگیهای لوله های سفال و شرایط تولید آن مورد بحث قرار می گیرد.

مشخصات لوله سفال شیشه:

vitriified clay pipes

لوله های فوق با بدنه ای شیشه ای شده و غیر قابل نفوذ، از مقاومترین لوله ها در برابر عوامل خوردنده می باشند. بر خلاف

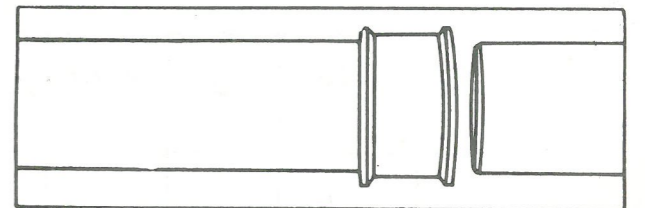
جدول شماره ۱: مشخصات لوله های معمول در شبکه فاضلاب

نوع لوله مشخصات	سفال	آزبست	فایبرگلاس	P.V.C	بتنی	فولادی
وزن (Kg/m)	۴۷	۲۴/۷	۸	۵/۳	۹۶	۵۱/۳
حداکثر طول (m)	۲	۵	۶	۱۲	۱	۱۲
نفوذ ناپذیری و آب بندی (%)	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۶۰	۹۹
خوردگی (%)	۲/۵	۶۱/۵	۱۵	۲۴	۷۵	۸۰
طول عمر مقایسه ای (سال)	۱۰۰	۵۱	۹۰	۸۲	۴۰	۳۶
قیمت تمام شده کل (ریال)	۲۱۰۱	۲۳۷۴	۱۹۵۶۱	۴۵۰۰	۱۹۶	۱۶۴۲۰
هزینه ارزی (دلار)	۳/۰۹	۱	۲۹/۶	۸	۰/۴	۲۱
میزان تحمل بار (KgF/m)	۴۲۰۰	۳۶۰۰	۴۰۰۰	۱۹۰۰	۲۸۰۰	۴۵۰۰

برخی تصورات، لوله‌های فوق به حدی در برابر عوامل شکننده (استرسهای ناگهانی و زیاد) مقاوم است که به عنوان یکی از محصولات صادراتی اروپا به کشورهای حوزه خلیج فارس و ایران مطرح می‌باشند.

طول عمر کلاسیک لوله‌های فوق حدود ۱۰۰ سال برآورد می‌شود. این میزان نه بر اساس خوردگی بلکه بیشتر به دلیل احتمال وجود حوادثی که طی ۱۰۰ سال ممکن است به شکستن لوله‌ها منجر شود، برآورد گردیده است. خط تولید این گونه لوله‌ها قادر خواهد بود لوله‌های از قطر ۲۰۰-۵۰ میلی‌متر تولید نماید ولی به دلیل پیچیدگی تکنولوژی تولید لوله‌های با قطر بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر و منحصر بودن حدود ۹۰٪ حجم شبکه‌ها به مصرف لوله‌های کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر، اقتصادی‌ترین قطر مورد نظر، تولید لوله‌های کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر است.

طول استاندارد لوله‌های سفال، ۷۵-۱۰۰-۱۲۵-۱۵۰ و ۲۰۰ سانتیمتر می‌باشند. به لحاظ نوع اتصال، لوله‌ها به دو شکل تولید می‌گردند، لوله‌های با اتصال سرکاسه‌ای (socket) و غلافی (collar seal) لوله‌های نوع اول یک سر آن صاف و سر دیگر شبیه سرکاسه‌ای تولید می‌گردد و در نوع دوم هر دو سر لوله صاف است، لوله‌های سرکاسه‌ای با در هم رفتن تویی در سر کاسه‌ای به هم متصل می‌شوند ولی نوع دیگر توسط غلافهای مخصوص به هم متصل می‌گردند. (شکل شماره ۲ و ۳)



شکل شماره ۲: اتصال غلافی

لازم به توضیح است که لوله‌های سرکاسه‌ای مخصوص قطرهای بالا و در کلیه مناطق فشاری قابل استفاده است ولی لوله‌های با اتصال غلافی مخصوص مناطق کم فشار و نوع دیگر آن به منظور عملیات نصب به روش جکینگ (Jacking) خواهد بود.

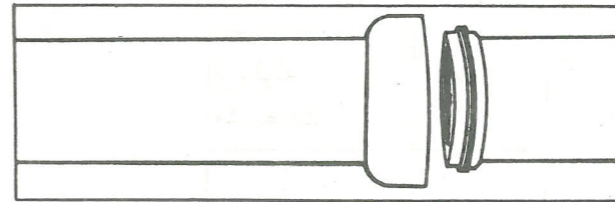
آب بندی لوله‌های سرکاسه‌ای به دو روش عمده و توسط آب بندهای مخصوص (Joint) صورت می‌گیرد.

۱- در لوله‌های با قطر کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر با نصب واشرهای لاستیکی در محل سرکاسه‌ای و تویی عمل آب بندی صورت می‌گیرد (L-joint)

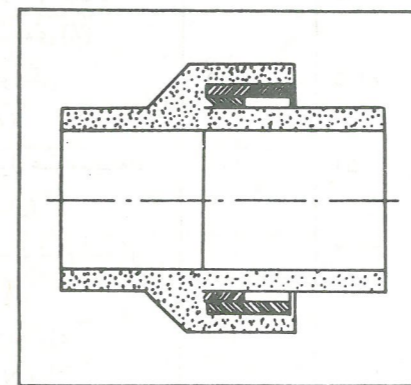
۲- در لوله‌های با قطر بالاتر از ۲۰۰ میلی‌متر با نصب مواد پلی استری یا پلی اوراتان (که در هنگام اجرا هم قابل استفاده است) در دو سر لوله (K-Joint) عمل آب بندی صورت می‌گیرد (شکل شماره ۴)

در صورت استفاده از مواد پلی اوراتان و وجود تجهیزات لازم می‌توان عمل اتصال و آب بندی لوله‌ها را در خارج از ترانشه‌ها انجام داده و به صورت شاخه‌های ۲۰-۱۰ متری به صورت یکجا عملیات نصب را انجام داد که در سهولت و سرعت انجام کار مؤثر است.

به لحاظ فشار لوله‌ها به دو صورت معمولی و تحت فشار قابل تولید است که در حالت اول Class N و در حالت دوم Class V

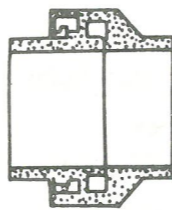


شکل شماره ۳: اتصال سرکاسه‌ای



شکل شماره ۴:

K-Joint

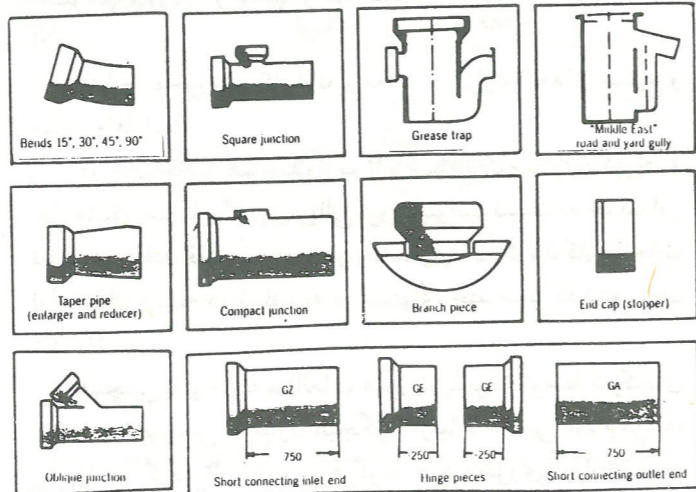


L-Joint

نامگذاری گردیده‌اند. لوله‌های تحت فشار مخصوص مناطق پرفشار و خصوصاً عملیات Jacking بوده که بدون حفر ترانشه می‌توان عملیات نصب را انجام داد.

خط تولید علاوه بر تولید انواع لوله‌ها امکان تولید انواع اتصالات (Fitting) از جمله زانو، سه‌راهی، تبدیل و ... (شکل شماره ۵) را خواهد داشت.

برخی خصوصیات دیگر لوله‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است



شکل شماره ۵: انواع اتصالات

ب - مواد اولیه پروژه‌های لوله سفال - شیشه:

یکی از امتیازات اساسی اجرای طرح فوق وجود مواد اولیه فراوان و مناسب در ایران می‌باشد. هر چند که به دلیل عدم کاربری این گونه مواد در صنایع فعلی ایران مطالعات کلاسیک و مدونی در این زمینه صورت پذیرفته است و شاید یکی از دلایل به ثمر نرسیدن این گونه پروژه‌ها (علی‌رغم سابقه چندین ساله) عدم دسترسی و شناسایی این گونه مواد باشد.

در حال حاضر در این گروه از صنایع، در ارتباط با شناسایی مواد خام، فعالیت‌های اکتشافی عمدتاً بر روی رس‌های مناسب طرح‌های سرامیکی ظریف (چینی و کاشی ...) و یا سرامیک‌های زمخت (آجر، سفال بام، ...) متمرکز بوده است.

مواد اولیه این گونه پروژه‌ها به لحاظ خواص فیزیکی شیمیایی و تکنولوژیکی به طور عمومی حد واسط این دو است. که با به صحنه آمدن این صنعت، امید می‌رود که مطالعات مدون و فعالیت‌های اکتشافی مناسبی در جهت یافتن ذخیره‌های مناسب که مقدار آن هم کم نیست به عمل آید.

مسائل اقتصادی پروژه:

بر اساس برنامه‌های میان مدت وزارت نیرو احداث ۵ کارخانه لوله سفال به ظرفیت ۳۰۰۰۰ تن پیش‌بینی گردیده است که هر واحد ظرفیت تولید ۷۰۰-۶۰۰ کیلومتر لوله، در اندازه‌های مختلف را خواهد داشت.

پروژه‌ای با مشخصات بالا در شرایط حاضر حدود ۱۵۰۰۰۰۰۰ دلار ارز و حدود ۱۵۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال سرمایه نیاز خواهد داشت.

همچنین بر اساس طرح‌های توجیهی فنی - اقتصادی تهیه شده، این گونه پروژه‌ها با استفاده از نرخ رسمی ارز توجیه اقتصادی قطعی خواهد داشت و در صورت تغییرات نرخ ارز، بررسی‌های همه جانبه و ویژه‌ای را طلب می‌نماید.

موقعیت پروژه‌های لوله سفال در ایران:

قدمت طرح پروژه‌های سفال به قبل از انقلاب که مهندسین مشاور خارجی طرح فاضلاب تهران را تهیه نموده‌اند بر می‌گردد. در این طرح راه‌اندازی یک خط تولید لوله سفال را هم پیش‌بینی کرده بودند.

طی ۸ سال گذشته، مشاورین آب منطقه‌ای تهران و اخیراً شرکت دیگری مسئولیت مطالعات طرح لوله تهران را به عهده داشته است. آستان قدس رضوی هم بعد از انقلاب مطالعات اجرای طرح در استان خراسان را شروع نموده که هنوز فعالیت‌های اجرایی آن شروع نشده است.

شرکت‌ترین در اصفهان بخشی از مطالعات پروژه را از قبل از انقلاب شروع نمود، که احتمالاً بررسی‌ها نیمه تمام رها گردیده است. در استانهای گیلان و مرکزی هم طی دو سال اخیر مطالعات اجرای طرح توسط بخش خصوصی شروع شده است که ظاهراً مطالعات مقدماتی و شناسایی معدن مناسب در شهرهای فوق‌الذکر به اتمام نرسیده است. در سازمان آب و فاضلاب اصفهان هم طی ۲/۵ سال اخیر مطالعات اجرای طرح انجام و در نهایت با شناسایی معادن مناسب و اجرای طرح پایلوت پلنت (Pilot plan) پروژه، مطالعات فوق به پایان رسیده است.

جدیدت طرح‌های فوق خصوصاً در سالهای اخیر به حدی بود که از اجرای دو طرح لوله‌سازی سفال در تبصره ۲۹ قانون بودجه سال ۷۰ صراحتاً نام برده شده و اعتبار ارزی آن به نرخ رسمی پیش‌بینی گردیده است.

بر اساس توافقات معاونین وزارت نیرو و صنایع مقرر گردیده که اجرای دو طرح مذکور در تهران و اصفهان در اولویت باشد.

از مهمترین عواملی که مانع به ثمر رسیدن پروژه‌های فوق گردیده، جدای از بروکراسی طاقت‌فرسای حاکم بر سیستم دولتی، عدم شناسایی و انتخاب مواد اولیه مناسب بوده است.

Physical properties of vitrified clay		
Specific weight	kN/m ³	22
Bending tensile strength	N/mm ²	15-40
Crushing strength	N/mm ²	100-200
Tensile strength	N/mm ²	10-20
Mohs hardness		7
Modulus of elasticity	N/mm ²	50 000
Coefficient of thermal expansion	%/1	5 · 10 ⁶
Thermal conductivity	kcal/(h/m/°C)	1.0

جدول شماره ۲: مشخصات فیزیکی سفال شیشه

مواد فوق در عین پایین بودن قیمت تمام شده آن بایستی خصوصیات ویژه‌ای هم داشته باشد که به دلیل نوپا بودن این صنعت و عدم کاربری قبلی آن، تاکنون مطالعات و فعالیتهای اکتشافی مدون و کلاسیکی صورت نپذیرفته است.

در اصفهان ما با مطالعات مقدماتی بر روی نقشه‌های کلی معادن اصفهان، به این نتیجه رسیدیم که امکان دسترسی به مواد اولیه مناسب وجود دارد. در این ارتباط با جمع‌آوری آخرین اطلاعات معادن منطقه، استانداردهای مواد و در نهایت ارتباط نزدیک با کمپانیهای معتبر خارجی، طی چند ماه فعالیت اکتشافی دقیق، مناطق مستعد را شناسایی نمودیم.

پس از انجام نمونه‌برداری، طی سال گذشته تاکنون با انجام آزمایشات مقدماتی در محل معدن و نهایتاً آزمایشگاههای ایران نمونه‌های مناسب انتخاب گردید.

جهت حصول اطمینان از نمونه‌های انتخابی، مواد خام فوق توسط یکی از معتبرترین کمپانیهای آلمانی که در وزارت نیرو و صنایع مطرح هستند، تست مجدد گردید و در نهایت با انجام آزمایشات تکنولوژیکی تکمیلی و نمونه‌سازیهای کامل، مطالعات اجرای طرح و شناسایی معادن مناسب را به پایان رساندیم. به موازات شناسایی مواد خام، جنبه‌های دیگر پروژه هم مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته که اهم آن عبارتند از:

- ۱- بررسیهای فنی مزایای کاربری لوله سفال و تعیین مشخصات فنی پروژه
- ۲- شناسایی و ایجاد ارتباط با شرکتهای سازنده داخلی و

خارجی در جهت اخذ اطلاعات فنی و کاتالوگ ...

۳- بررسی فرآیندهای مختلف تولید و انتخاب مناسب‌ترین

پروژه تولید، همراه با نحوه راهبری و عملکرد آن

۴- تعیین دقیق ماشین‌آلات خط تولید با مشخصات فنی به

همراه اخذ نقشه‌های پلان عمومی ماشین‌آلات و پروفرما

۵- تهیه طرحهای توجیهی فنی - اقتصادی پروژه و اقدامات

مقدماتی در جهت تهیه اسناد مناقصه

۶- تهیه امکانات سرمایه‌گذاری مشترک با بخشهای

خصوصی، دولتی و بانکها و قطعیت تخصیص ارز لازم ماشین‌آلات

۷- اخذ مجوزهای کارخانه و معادن از وزارتخانه‌های صنایع و

معادن و فلزات

در حال حاضر هم امیدواریم تا با مساعدت مسئولین ذیربط و

حل مشکل سرمایه‌گذاری ریالی پروژه بتوانیم نسبت به جذب ارز

تخصیص یافته اقدام نموده و در راه‌اندازی خط تولید کارخانجات

لوله سفال شیشه در ایران، به بن بستهای چند ساله گذشته پایان داده باشیم.

همچنین با توجه به مطالعات صورت پذیرفته توسط شرکتهای

دولتی و خصوصی که بدون هیچگونه ارتباط خاصی انجام گرفته،

پیشنهاد می‌گردد تا به دور از هرگونه خود محوری، وزارت نیرو

کمیته‌ای هماهنگ کننده، به منظور جمع‌بندی کلیه اطلاعات

موجود و انتقال تجارب تشکیل داده تا از دوباره کاری که در

صنعت ایران رایج است ممانعت گردد.